

The Delphion  
Integrated  
View

Other Views:  
INPADOC

Title: **JP2001189285A2: SELECTIVE HEATING METHOD OF SEMICONDUCTOR WAFER**

Country: **JP Japan**  
Kind: **A2 Document Laid open to Public inspection**

Inventor(s): **BILLIG MICHAEL STEVEN  
PEARCE CHARLES WALTER**

Applicant/Assignee: **LUCENT TECHNOL INC**  
 News, Profiles, Stocks and More about this company

Issued/Filed Dates: **July 10, 2001 / Nov. 22, 2000**

Application Number: **JP20002000355111**

IPC Class: **H01L 21/28; H01L 21/26; H01L 21/314; H01L 21/3205;**

Priority Number(s): **Nov. 23, 1999 US19991999448349**

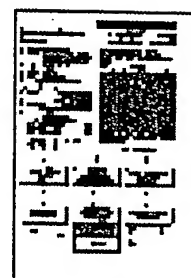
Abstract: **Problem to be solved:** To provide a manufacturing method of an integrated circuit for changing the rate of heat flow locally, by applying thin film made of each material for the sake of achieving different processing temperatures, particularly, when a wafer is heated at high temperatures, and changing material characteristics, such as emissivity, absorptivity, reflectivity, and so on.  
**Solution:** A heating method includes a step for providing a wafer 30 having a surface 31, a step for changing a rate of heat flow at a part 32, by applying at least one layer of films 33 to at least one selective part 32 of the surface 31 and changing material characteristics, such as emissivity, absorptance, reflectivity and so on, a step for starting reaction at the part 32 by heating the wafer 30 at high temperatures, and a step for observing the temperatures of the wafer 30 and ending the heating under control of the heating, when a prescribed time has elapsed.

**COPYRIGHT: (C)2001,JPO**

Family: Show known family members

Other Abstract Info: none

Foreign References: No patents reference this one



View  
Image

1 page

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 21/28	3 0 1	H 0 1 L 21/28	3 0 1 T
21/26		21/314	A
21/314		21/26	F
21/3205		21/88	Q

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-355111 (P2000-355111)  
 (22) 出願日 平成12年11月22日 (2000. 11. 22)  
 (31) 優先権主張番号 0 9 / 4 4 8 3 4 9  
 (32) 優先日 平成11年11月23日 (1999. 11. 23)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698  
 ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
 レーテッド  
 アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ  
 ャーシイ, マレイ ヒル, マウンテン ア  
 ヴェニュー 600  
 (72) 発明者 マイケル スチーヴン ビリグ  
 アメリカ合衆国 18071 ペンシルヴェニア  
 ア, パルマートン, クレイジ ストリート  
 180  
 (74) 代理人 100064447  
 弁理士 岡部 正夫 (外11名)

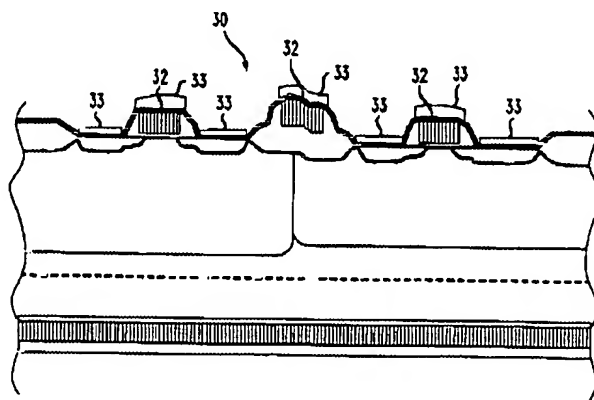
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 選択的に半導体ウェハを加熱する方法

## (57) 【要約】

【課題】 集積回路を製造する方法であり、特にウェハを高温に加熱するとき、異なる加工温度を達成するために、各種物質の薄膜を塗布して、表面の一部の、放射率、吸収率、および反射率等の物質特性を変更することで、局所的に熱流を変更する方法を提供する。

【解決手段】 本発明の方法は、表面31を有するウェハ30を設けるステップと、表面31の少なくとも1つの選択部分32に膜33の少なくとも1つの層を塗布することで、部分32の、放射率、吸収率、および反射率等の物質特性を変更して、部分32における熱流を変更するステップと、ウェハ30を高温に加熱して、部分32における反応を開始させるステップと、加熱を制御するために、ウェハ30の温度を監視して、所定の時間期間が経過したとき、加熱を終了するステップとを含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 集積回路を製造する方法であって、

- a. 表面を有するウェハを設けるステップと、
- b. 前記表面の少なくとも1つの選択部分に少なくとも1つの層の膜を塗布することで、該部分の物質特性を変更して、該部分における熱流を変更するステップと、
- c. 前記ウェハを高温に加熱して、前記部分における反応を開始させるステップと、
- d. 前記加熱を制御するために前記ウェハの温度を監視し、所定の時間期間が経過したとき、前記加熱を終了するステップと、を含む、方法。

【請求項2】 前記物質特性を変更するステップは、前記膜を有した状態で加熱される前記部分の温度と、前記膜を有さない状態で加熱される前記部分の温度との間に温度差を生じさせる、請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記膜は、減圧化学蒸着法、プラズマ化学蒸着法、ラピッドサーマル化学蒸着法、スパッタリング、スピノンガラス、分子線エピタキシー、物理蒸着法、及びこれらの組み合わせからなる群から選択されるプロセスによって塗布される、請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記膜は、窒化物、酸化物、金属、ケイ素、炭素、炭化ケイ素、及びこれらの混合物からなる群から選択される少なくとも1つの物質を含む、請求項1記載の方法。

【請求項5】 前記加熱ステップは、ラピッドサーマルプロセッサで行われる、請求項1記載の方法。

【請求項6】 前記加熱ステップは、ラピッドサーマルアニラーで行われる、請求項1記載の方法。

【請求項7】 前記加熱ステップは、炉で行われる、請求項1記載の方法。

【請求項8】 e. 前記表面から前記膜を除去するステップをさらに含む、請求項1記載の方法。

【請求項9】 前記加熱ステップ中に、残余フォトレジストが形成され、未反応生成物が前記ウェハ上に残る、請求項1記載の方法。

【請求項10】 e. 前記ウェハから前記残余フォトレジストを除去するステップと、

f. 前記ウェハから前記未反応生成物をエッチングするステップと、をさらに含む、請求項9記載の方法。

【請求項11】 前記反応は、複数の反応物間の化学反応を含む、請求項1記載の方法。

【請求項12】 前記反応は、物理的反応を含む、請求項1記載の方法。

【請求項13】 前記反応は、少なくとも1つの選択された層のアニーリングを含む、請求項1記載の方法。

【請求項14】 前記反応は、少なくとも1つの選択された粒子と別の選択された粒子との焼結を含む、請求項1記載の方法。

【請求項15】 前記反応は、少なくとも1つの選択された原子を優先的に拡散させることを含む、請求項1記

載の方法。

【請求項16】 前記物質特性は、放射率、吸収率、反射率、およびこれらの組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの特性を含む、請求項1記載の方法。

【請求項17】 前記表面の前記選択部分における前記熱流は、前記表面の残りの部分と相対的に変更される、請求項1記載の方法。

【請求項18】 前記反応の生成物は、 $TiSi_2$ を含む、請求項1記載の方法。

【請求項19】 集積回路を製造する方法であって、  
a. 表面を有し、チタン金属である少なくとも1つの部分と、前記表面上の前記部分に隣接したケイ素部分とを有するウェハを設けるステップと、

b. 前記部分上に少なくとも1つの層の約1000Åの酸化膜を塗布することで、前記部分の物質特性を変更して、前記部分における熱流を変更することにより、前記熱流が前記部分における温度を約20℃上昇させるステップと、

c. 少なくとも1つの加熱ランプおよび加工チャンバを備えたラピッドサーマルアニラーに、前記ウェハを配置するステップと、

d. 約650℃の温度で、前記少なくとも1つのチタン金属部分と、前記ケイ素の間で化学反応を生じさせて、 $TiSi_2$ を形成するステップと、

e. 高温計が前記ラピッドサーマルアニラーにおけるウェハの平均温度を感知する閉ループ温度制御システムで前記ウェハの温度を監視するステップと、

f. 前記温度制御システムから温度フィードバックを提供して、前記加熱ランプを制御するステップと、を含む、方法。

【請求項20】 g. ウェットエッチングにより、残っているすべてのチタンをエッチングするステップをさらに含む、請求項19記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路の相互接続構造を製造する方法に関する。本発明は特に、ウェハを高温に加熱するとき、異なる加工温度を達成するために、特定物質の薄膜を塗布して、表面の一部の、放射率、吸収率、および反射率等の物質特性を変更することで、局所的に熱流を変更する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路素子は、通常、ケイ素と、誘電体を間に配置した垂直に積み重ねられた金属の相互接続層の複数の層とを含む。このような素子の製造には、通常、半導体、金属、および誘電体の薄膜を繰り返し塗布または成長形成させ、パターニングし、エッチングすることが含まれる。

【0003】集積回路素子製造の大部分は、特定の化学

反応を促進して、または構造をアニーリングして、所望の冶金的效果を達成するため、ウェハを高温に加熱することを伴う。

【0004】通常、熱による製造ステップにおけるケイ素ベースの半導体の加熱には、バッチ式炉が用いられる。炉は、主に放射により、ウェハが炉の周囲と熱平衡になるように加熱する。例えば、図1に示すように、バッチ式炉10は、抵抗加熱される炉3の炉心2に挿入される石英管1を備えてもよく、ガスが管1内を流れる。ウェハ4は、管1内に配置されて、均一な温度が維持される炉心2の中に押し入れられる。発熱体5は、長波長熱放射により炉心2およびウェハ4を加熱する。多くのウェハを同時に処理してもよく、この場合、運転費がバッチにしたウェハの数の間で分けられる。炉の使用に関する問題は、塗布された膜がその上に蓄積されて剥がれるか、または不純物がそれを通して拡散し、ウェハ4を汚染する可能性がある炉心2における熱間加工からの汚染の影響を、ウェハが受けやすいということである。

【0005】現在では、汚染、プロセスパラメータ、および製造コストの低減の制御が望まれているため、単一ウェハについてマイクロ加工環境が用いられている。特に、一時的にランプ加熱を用いたラピッドサーマル処理(RTP)は、閉じられたマイクロ環境において熱間加工を実施できるようにする。ラピッドサーマルプロセッサ20は、図2に示される。単一ウェハ11は、大気条件下または低圧において高速に加熱される。加工チャンバ12は、石英、炭化ケイ素、ステンレス鋼、またはアルミニウムのいずれかから作製され、石英窓13を有する。光放射はこの石英窓13を通過して、ウェハ11を照射する。ウェハ11は、通常、チャンバ12内で熱的に分離された状態で薄い石英ピン18上に保持される。チャンバ12内の周囲雰囲気は、チャンバ12を流れるガスによって制御される。ガスは、ガス入口14においてチャンバ12に流れ込む。ランプ15は、ランプ15上方にあるリフレクタ17の助けにより、窓13を通してウェハ11を加熱する。ウェハ温度を設定するために、測定システムが制御ループに配置される。通常、光高温計16が、ウェハ11の背面の放射赤外線エネルギーから温度を決定するが、熱電対を使用してもよい。RTPシステムは、ガス処理システムおよびシステムの動作を制御するコンピュータとインタフェースする。

【0006】物体間の伝熱は、それぞれの放射率および吸収率の関数である。例えば、完全な放射体または吸収体は、1.0の放射率を有するが、金属は、およそ0.1というはるかに低い値を有する。熱流および放射率は、以下の式に表す関連を有する。

$$【0007】 Q = \epsilon \sigma T^4$$

式中、QはW/m<sup>2</sup>における総熱流であり、 $\epsilon$ は放射率であり、 $\sigma$ はステファン-ボルツマンの放射定数 $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ であり、Tは°Kでの温度であ

る。

【0008】多くの場合、競争反応があり、これらの反応が異なる温度で発生することが望ましい。このため、表面の放射率が局所的に変更可能な程度まで、温度の差異化(temperature differential)を達成することができ

【0009】反射率および放射率を制御するために、表面上に薄膜を塗布する方法が知られている。この膜は、エネルギー交換を変更するため、ラピッドサーマルプロセッサにおいてウェハに塗布される。この方法は、温度を変更するためにウェハ上に選択的に膜を塗布するということに取り組んでいない。

【0010】膜を半導体基板上に塗布し、基板を加熱し、層を除去するという別の方法が知られている。この方法は、半導体の変形作用を低減するために使用されるものであり、ウェハを加熱する際の温度差異化(temperature differences)に取り組んでいない。

【0011】

【発明の解決しようとする課題】その結果、表面の選択部分の放射率を変更して、温度差異化を達成する方法を有することが望ましい。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、集積回路を製造する方法であって、(1)表面を有するウェハを設けるステップと、(2)前記表面の少なくとも1つの選択部分に少なくとも1つの層の膜を塗布することで、該部分の、放射率、吸収率、および反射率等の物質特性を変更して、該部分における熱流を変更するステップと、

(3)前記ウェハを高温に加熱して、前記部分における反応を開始させるステップと、(4)前記ウェハの温度を監視して、所定の時間期間が経過したとき、加熱を終了するステップと、を含む方法である。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明は、以下の詳細な説明からより完全に理解されるであろうが、これは、本発明を特定の実施形態に制限するものではなく、説明および理解のためのみのものである。

【0014】図3および図4は、本発明の方法に従って製造された集積回路の一部を示す。図3に示すように、集積回路の構成要素は、表面31と、ラピッドサーマルプロセッサ(RTP)または他のタイプのヒータにおいてアニーリング、焼結、または拡散等の化学反応または物理的反応が起こりうる表面31の選択部分32と、を有するウェハ30を含む。図4において、ウェハ30は、選択部分32上に塗布された膜33の層を有する。

【0015】本発明の方法は、(1)図3に示すように、表面31を有するウェハ30を設けるステップと、(2)図4に示すように、表面31の少なくとも1つの選択部分32に膜33の少なくとも1つの層を塗布することで、該部分32の、放射率、吸収率、および反射率

等の物質特性を変更して、該部分32における熱流を変更するステップと、(3)ウェハ30を高温に加熱して、前記部分32における反応を開始させるステップと、(4)加熱を制御するために、ウェハ30の温度を監視して、所定の時間期間が経過したとき、加熱を終了するステップと、を含む集積回路の製造を含む。

【0016】完全にはわかっていないが、膜は、取り巻く媒体の物理的特性と共に膜すなわち化合物の物理的特性に応じて、RTP内のエネルギーまたは熱の流れを変更すると信じられている。表面への正味伝熱は、物質の放射率( $\epsilon$ )、吸収率( $\alpha$ )、および反射率( $\gamma$ )の関数であるものと予期される(但し、 $\epsilon + \alpha + \gamma = 1$ である)。上記式のような物理的制約の対象となる膜の特性を注意深く選択することで、RTPプロセス中に、ウェハ30の選択部分32の温度を、ウェハ30の周囲部分の温度よりも相対的に高くまたは低くさせるための膜33を製造することができる。しかし、多くの場合、望まれる結果は、選択的な冷却ではなく選択的な加熱である。例えば、熱流は、次の式によって特徴付けられる。

【0017】

【数1】

$$Q = \epsilon_s \cdot \sigma (T_s^4 - T_p^4)$$

式中、 $T_s$ は熱源の温度であり、 $T_p$ はウェハの一部の温度であり、 $\epsilon_s$ は、放射率が $\epsilon_s$ である熱源と、放射率が $\epsilon_p$ であるウェハの一部とからなるシステムの有効放射率であり、次の式により特徴付けられる。

【0018】

【数2】

$$\epsilon_s = \frac{1}{1/\epsilon_s + 1/\epsilon_p - 1}$$

$\epsilon_p$ は、ある程度局所的に変化してもよく、局所加熱を得ることができるものと信じられている。

【0019】時間に対する温度のグラフにより図5に示す温度差は、上記式から導出される。例えば、放射率0.1の金属膜がウェハ上に塗布され、放射率0.6のシリカ膜が、金属膜上に選択的に配置され、ウェハが1600°Kの熱源によって加熱される場合、曲線35で示す所与の時間における膜を有する表面の温度は、曲線36で示す所与の同じ時間における表面の温度よりも高い。約20秒加熱した後、曲線35における温度は約338°Kであり、曲線36における対応する温度は約316°Kであり、約22°Kの温度差が生じている。このため、シリカ膜を有する表面での熱流はより大きく、完全にはわかっていないが、膜下における反応は、膜のない表面において発生するいずれの反応とも異なる加工温度で生じると信じられている。この結果は、ケイ素上に選択されたチタンの膜を使用した後述する実験と合致することがわかった。また、この加熱には、ウェハ表面

上の様々な部分でより高い温度を生じさせるのにより短い時間を必要とするとも信じられている。任意の実際状況には、塗布された膜の厚さおよびその熱伝導率を含む、より詳細な論理的説明が含まれうることを認識されたい。

【0020】膜は、減圧化学蒸着法、プラズマ化学蒸着法、スパッタリング、スピンオンガラス、分子線エピタキシー、物理蒸着法、またはこれらの組み合わせによって塗布することができる。

【0021】好ましくは、膜はウェハの正面に塗布される。大部分の伝熱は、赤外線放射の比較的長い波長特性において行われるため、膜の正確な厚さは特に重要ではない。しかし、膜が厚すぎる場合、誘電膜の熱伝導率が低くなるため、温度を低減することで、逆効果になることがある。

【0022】塗布する膜の選択は、塗布のコストおよび容易さに応じて決定される。特に好ましいのは、酸化膜であるが、これは、酸化膜が塗布、加熱、およびパターニングしやすく、かつ除去する必要がないためである。他の好ましい膜は、窒化物、金属、ケイ素、炭素、炭化ケイ素、またはこれらの混合物である。炭素膜および炭化ケイ素膜は、1に近い最良の放射率を生じる。

【0023】加熱は、ラピッドサーマルアニーラー(RTA)等のラピッドサーマルプロセッサ(RTP)または炉で行うことができる。RTPは、短期間で加熱し、より大きな温度差を達成しうするため、RTPが好ましい。炉では、長期間にわたり、温度差が縮まり、最終的に0になる。

【0024】これらの方法はまた、表面から膜を除去するステップをさらに含む。あるいは、残余フォトレジストおよび反応済み生成物がウェハ上に形成される場合、本方法は、残余フォトレジストをウェハから除去するステップと、ウェハから未反応の生成物をエッチングするステップをさらに含む。エッチングされたウェハ60は、図6に示される。

【0025】実施例

1つの実験において、 $TiSi_2$ すなわちセルフアラインケイ化チタンを形成するTiおよびSiの反応について検査した。露出したSiの表面を有するウェハが設けられた。放射率が低い金属であるチタンを塗布した後、熱流を向上させるために、チタンが10001Åの酸化膜で被膜された。ケイ化物は、ラピッドサーマルプロセス、この場合には加熱ランプおよび加工チャンバを備えたラピッドサーマルアニーラーにより、650℃の反応温度で選択的に形成された。閉ループ温度制御システムの高温計が、加熱ランプを制御するために、ウェハの平均温度を感知した。このプロセスにおいて、温度はケイ素において完全なケイ化を達成するために比較的高くなければならないが、 $SiO_2$ とのいずれの反応も回避するよう可能な限り低くなければならない。酸化膜の存在

により形成される $TiSi_2$ の量は、 $20^{\circ}C$ の温度差を示し、これは、上述した計算結果と合致する。通常、この方法の後に、ウェットエッチングによるチタンのエッチングが続く。上記ステップは、任意の回数繰り返すことができる。

【0026】本発明について具体的に説明したが、当業者は、さらなる利点および変更を容易に見出すであろう。したがって、より広い態様における本発明は、本明細書に図示し、記載した具体的な詳細に制限されない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその等化物によって定義される本発明の概括的な概念の精神または範囲から逸脱せずに、様々な変更を行いうる。例えば、異なる層の膜を異なるエリアに塗布して、異なる反応、または異なるプロセスを異なる回数で、または1つの加熱

プロセスで生じさせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】ウェハの加熱に使用されるバッチ式炉システムの概略断面図である。

【図2】単一ウェハの加熱に使用されるラピッドサーマル処理システムの概略断面図である。

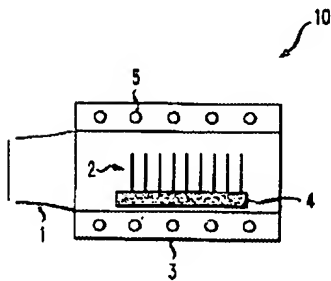
【図3】集積回路の一部の断面図である。

【図4】本発明の方法に従って製造された図3に示す集積回路の一部の概略断面図である。

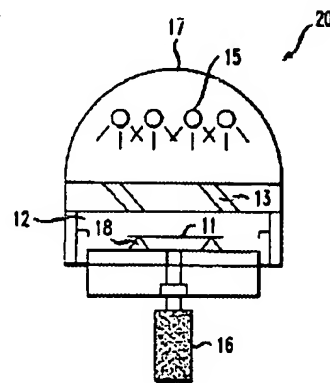
【図5】膜を塗布したウェハ(a)と、膜を塗布していないウェハ(b)についての時間に対するウェハ温度のグラフである。

【図6】未反応の生成物がエッチングされる、図3に示す集積回路の一部の概略断面図である。

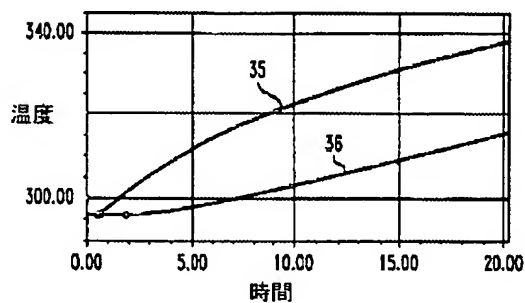
【図1】



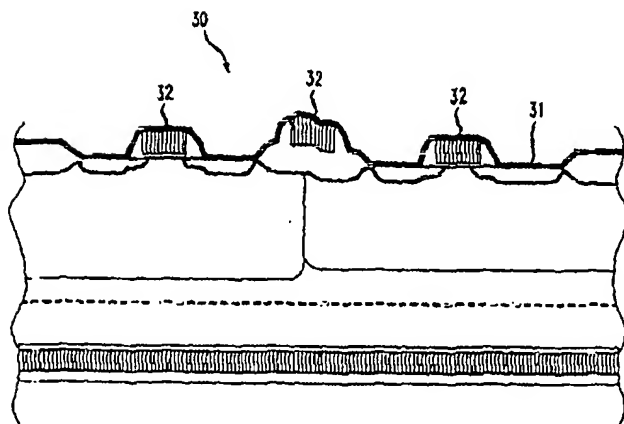
【図2】



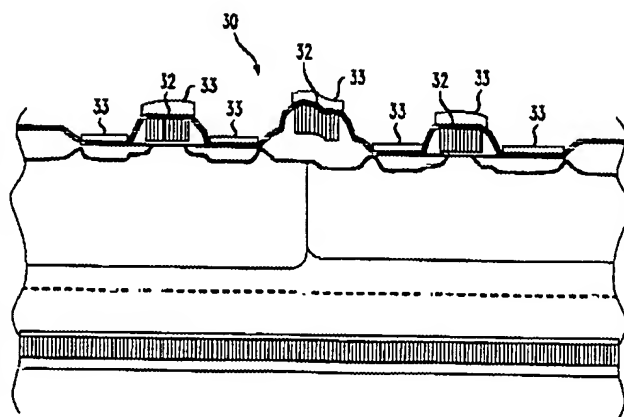
【図5】



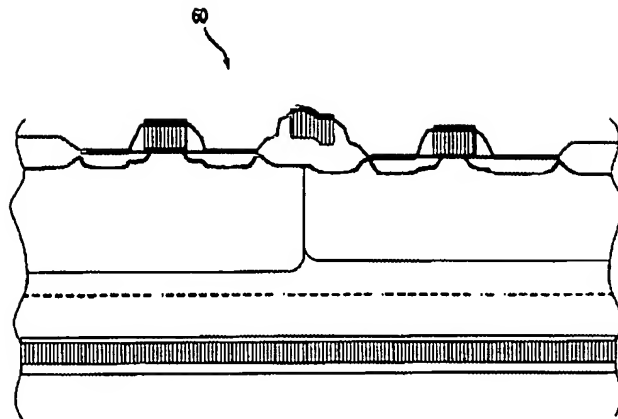
【図3】



【図4】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 チャールズ ウォルター ピアース  
アメリカ合衆国 18049 ペンシルヴァニア  
ア, エマウス, サウス ツエルヴス スト  
リート 410